

УДК 656.613

ГИЧИЕВ НАБИЮЛА САПИЮЛАЕВИЧ

к.э.н., ведущий научный сотрудник
Института социально-экономических исследований ДФИЦ РАН,
e-mail: nabi-05@mail.ru

ГРАВИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ВНЕШНЕЙ ТОРГОВЛИ СЕВЕРО-КАВКАЗСКОГО МАКРОРЕГИОНА: ЭКОНОМЕТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ, ПРОГНОЗ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА*¹

Аннотация. *Предмет исследования:* гравитационные эффекты экономической интеграции по каналам внешней торговли СКФО в механизме экономического роста макрорегиона. *Объект исследования:* региональная социально-экономическая система Северо-Кавказского федерального округа. *Цель исследования:* оценка направления и уровня влияния размера экономики и расстояний до экономических центров на интенсивность внешней торговли Северо-Кавказского макрорегиона. *Задачи исследования:* классификация методологического аппарата оценки гравитационного моделирования пространственных эффектов внешней торговли, построение эконометрической модели внешней торговли Северо-Кавказского макрорегиона. *Рабочая гипотеза:* гипотеза Я. Тинбергена: объем внешней торговли положительно коррелирует с размером экономик стран-контрагентов и отрицательно — с дистанцией до их экономических центров. *Методические основы:* метод гравитационного моделирования внешней торговли, регрессионного анализа и прогнозирования экономического развития региона. *Научная новизна* заключается в системном решении проблемы совершенствования методологии индикативного подхода к оценке асимметрии и обоснованию стратегических направлений сглаживания пространственной поляризации гравитационной модели внешней торговли Северо-Кавказского макрорегиона. *Практическая значимость* исследования определяется возможностью использования полученных результатов в системе государственного управления при разработке Стратегии социально-экономического развития СКФО, ЮФО и находящихся в их составе субъектов, направленных на обеспечение притока инвестиций и новых технологий, для стимулирования экономического роста в СКФО, обеспечения конвергенции и снижения уровня поляризации его социально-экономического развития. *Ключевые слова:* гравитационная модель внешней торговли, экономический рост, прогноз роста экономики.

GICHIEV NABIULA SAPIULAEVICH

PhD, leading researcher
Institute of socio-economic research of the Russian Academy of Sciences,
e-mail: nabi-05@mail.ru

GRAVITATIONAL MODEL OF FOREIGN TRADE IN THE NORTH CAUCASUS MACROREGION: ECONOMETRIC MODEL, ECONOMIC GROWTH FORECAST

Abstract. *Subject of research:* gravitational effects of economic integration through the channels of foreign trade of the North Caucasus Federal district in the mechanism of economic growth of the macroregion. *Object of research:* regional socio-economic system of the North Caucasus Federal district. *The purpose of the study:* to assess the direction and level of influence of the size of the economy and distances to economic centers on the intensity of foreign trade in the North Caucasus macroregion. *Research objectives:* classification of the methodological apparatus

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 19-010-00768).

for assessing the gravitational modeling of spatial effects of foreign trade, construction of an econometric model of foreign trade in the North Caucasus macroregion. **Working hypothesis:** J. Tinbergen's hypothesis: the volume of foreign trade is positively correlated with the size of the economies of the Contracting countries and negatively-with the distance to their economic centers. **Methodological bases:** method of gravitational modeling of foreign trade, regression analysis and forecasting of economic development of the region. The scientific novelty consists in a systematic solution to the problem of improving the methodology of the indicative approach to the assessment of asymmetry and justification of strategic directions for smoothing the spatial polarization of the gravitational model of foreign trade in the North Caucasus macroregion. The practical significance of the research is determined by the possibility of using the results obtained in the public administration system when developing a Strategy for socio-economic development of the North Federal district, the southern Federal district and its constituent entities aimed at ensuring the inflow of investment and new technologies to stimulate economic growth in the North Federal district, ensure convergence and reduce the level of polarization of its socio-economic development.

Keywords: gravitational model of foreign trade, economic growth, forecast of economic growth.

Введение. Гравитационные модели торговли изначально были разработаны как удобный эконометрический инструмент анализа торговых потоков между странами, который до сравнительно недавнего времени не имел полноценного теоретического обоснования и строгого аналитического вывода проверяемых данных.

В настоящее время имеется большое количество работ, в которых с определенными оговорками, выводится гравитационная спецификация модели торговли из базовых теорий международной торговли: теории сравнительных преимуществ Д. Рикардо [9], модели Хекшера-Олина [13, р. 163–184), теории П. Кругмана [10, 11] «Новая теория международной торговли». Одной из первых работ, в которых была использована гравитационная модель внешней торговли, стала работа J. Tinbergen [15], в которой J. Tinbergen предложил достаточно простую модель, связывающую объем экспорта из одной страны в другую со следующими объясняющими переменными: ВВП экспортирующей страны, ВВП импортирующей страны, географическое расстояние между двумя странами.

Теоретико-методологические основы исследования

Необходимо отметить, что Tinbergen J. сразу записал эконометрическую спецификацию модели, не выводя ее из строгих теоретических предпосылок. Исходной точкой для появления таких моделей послужила аналогия с Законом всемирного тяготения Ньютона, который гласит, что сила гравитационного притяжения F между двумя физическими телами прямо пропорциональна массам этих тел, m_1 и m_2 , и обратно пропорциональна квадрату расстояния d между ними [6, pp. 224–250.]:

$$F = G * \frac{m_1 m_2}{d^2} \quad (1),$$

где G – гравитационная константа.

Взяв уравнение (1) за основу, Я. Тинберген постулировал существование связи между стоимостным объемом экспорта из страны i в страну j (X_{ij}), экономическими размерами экспортера и импортера (y_i^α и y_j^β) и издержками торговли между странами вида

$$X_{ij} = k * \frac{y_i^\alpha y_j^\beta}{c_{ij}^\gamma} \quad (2),$$

где $\alpha > 0$, $\beta > 0$, $\gamma > 0$ [2]. Эта зависимость получила название гравитационного уравнения международной торговли.

Современные исследователи как альтернативные меры размера также используют числен-

ность населения, площадь страны, ВВП на душу населения, а к детерминантам торговых издержек относят следующие факторы (они систематизированы в работе [14, pp. 881–892.]: таможенные тарифы; транспортные издержки; членство в валютных и торговых союзах, волатильность обменного курса; политические союзы, военные блоки; языковые барьеры, колониальные связи, общая религия; информационные барьеры; контрактные издержки; географические переменные (островное государство, нет доступа к морю) [7, pp. 881–892.]. В дальнейшем выяснилось, что зависимость гравитационного типа можно вывести исходя из предпосылок любой из наиболее известных теорий международной торговли – классической модели Хекшера – Олина, в которой торговля возникает вследствие отличий между странами в наделенности факторами производства [9, pp. 7–32.].

Гравитационные уравнения вышеуказанных работ объединяет то, что все они могут быть приведены к виду (3).

$$X_{ij} = k * \frac{y_i y_j}{Y^T} \left[\frac{t_{ij}}{\Pi_i P_j} \right]^{1-\sigma} \quad (3)$$

$$\Pi_i = \left[\sum_j [t_{ij}/P_i]^{1-\sigma} * \theta_j \right]^{1/1-\sigma} \quad (4),$$

где θ_j – доля страны j в мировом ВВП. Поскольку в Π_i и P_i агрегируются все двусторонние торговые барьеры, с которыми сталкиваются экспортер и импортер, соответственно, эти величины получили название показателей многостороннего сопротивления торговле:

Π_i – сопротивляемость экспорту из региона i , P_i – сопротивляемость импорту в регион j .

Теоретически обоснованная гравитационная модель в логлинейной форме имеет вид

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_k x_k + \gamma q + v \quad \dots \quad (5),$$

где наблюдаемые величины x_1, x_2, \dots, x_k – меры экономического размера и составляющие двусторонних торговых издержек, ненаблюдаемый фактор q отвечает за показатели многостороннего сопротивления Π_i и P_i и, возможно, за некоторые пропущенные детерминанты двусторонних издержек, а v – вектор ошибок: $E(v/X, q) = 0$.

Исследователи, игнорирующие наличие ненаблюдаемых величин, фактически оценивают модель вида

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_k x_k + \gamma q + u \quad \dots \quad (6),$$

где ошибка u складывается из двух составляющих: $u = \gamma q + v$.

Эмпирические результаты построения гравитационной модели многосторонней внешней торговли Северо-Кавказского макрорегиона

Результаты группировки статистических данных стран-контрагентов СКФО по размеру экономики, объему внешней торговле и расстоянию, представлены в таблицах 1, 2 и 3.

Таблица 1

**Исходные статистические данные группировки стран – контрагентов
 СКФО по размеру экономики (ВВП), 2015 год**

	СКФО 2015, \$ тыс.	ВВП 2015 тыс. \$
1	СОЕДИНЕННЫЕ ШТАТЫ	18 177 038 462,49
2	КИТАЙ	11 105 710 800,00
3	ГЕРМАНИЯ	3 382 745 112,14
4	ФРАНЦИЯ	2 348 622 199,03
5	ИНДИЯ	2 037 809 340,00
6	ИТАЛИЯ	1 726 825 980,26
7	КАНАДА	1 518 828 565,01
8	КОРЕЯ, РЕСПУБЛИКА	1 335 066 611,12
9	ИСПАНИЯ	1 147 669 400,21
10	АВСТРАЛИЯ	1 133 901 496,25
12	ИНДОНЕЗИЯ	829 873 418,24
13	ТУРЦИЯ	779 904 422,08
14	НИДЕРЛАНДЫ	733 055 569,38
15	АРГЕНТИНА	579 917 591,90
16	НИГЕРИЯ	441 411 363,59
17	БЕЛЬГИЯ	422 723 901,28
18	ТАИЛАНД	396 584 964,05
19	ИРАН, ИСЛАМСКАЯ РЕСПУБЛИКА	389 760 723,27
20	ЕГИПЕТ	329 796 455,58
21	МАЛАЙЗИЯ	282 479 125,89
22	ИЗРАИЛЬ	277 021 067,57
23	ЮЖНАЯ АФРИКА	272 781 387,94
24	ЧЕШСКАЯ РЕСПУБЛИКА	173 708 136,59
25	МАРОККО	111 297 294,14
26	СУДАН	95 793 606,90
27	ЭКВАДОР	91 938 481,94
28	УКРАИНА	88 946 952,67
29	ШРИ-ЛАНКА	86 706 617,13
30	СЛОВАКИЯ	86 115 498,36
31	УЗБЕКИСТАН	65 003 966,48
32	СЕРБИЯ	53 327 388,91
33	АЗЕРБАЙДЖАН	52 131 269,94
34	БОЛГАРИЯ	48 887 366,12
35	ТУНИС	43 698 354,42
36	СЛОВЕНИЯ	40 262 480,04
37	ТУРКМЕНИЯ	36 410 032,17
38	ГОНДУРАС	21 130 079,70
39	МОЛДОВА	7 424 474,09
40	ТАДЖИКИСТАН	7 012 357,56

Источник: составлено автором на основе статистических данных [16, 17, 18, 19, 20].

Таблица 2

Исходные статистические данные группировки стран – контрагентов
СКФО по объему внешней торговли, 2015 год

	СКФО 2015, \$ тыс.	Вн. Торговля
1	АЗЕРБАЙДЖАН	505 263,28
2	СОЕДИНЕННЫЕ ШТАТЫ	198 409,96
3	УКРАИНА	102 908,13
4	КИТАЙ	96 386,29
5	ТУРЦИЯ	70 284,53
6	ИРАН, ИСЛАМСКАЯ РЕСПУБЛИКА	20 680,66
7	МАЛАЙЗИЯ	18 855,82
8	ИТАЛИЯ	18 717,14
9	ЧЕШСКАЯ РЕСПУБЛИКА	17 479,64
10	ИСПАНИЯ	14 906,72
12	УЗБЕКИСТАН	14 460,25
13	ФРАНЦИЯ	14 439,67
14	ТУРКМЕНИЯ	14 115,81
15	СЕРБИЯ	13 111,52
16	НИДЕРЛАНДЫ	12 185,66
17	ТАИЛАНД	12 046,11
18	ГЕРМАНИЯ	11 411,29
19	КАНАДА	10 161,21
20	БОЛГАРИЯ	9 367,90
21	СЛОВАКИЯ	8 890,79
22	ЕГИПЕТ	7 361,35
23	ИЗРАИЛЬ	7 266,36
24	АРГЕНТИНА	7 040,80
25	ИНДИЯ	6 587,87
26	ГОНДУРАС	4 609,04
27	ИНДОНЕЗИЯ	4 020,62
28	НИГЕРИЯ	3 928,29
29	МОЛДОВА	3 878,41
30	ТАДЖИКИСТАН	3 525,00
31	БЕЛЬГИЯ	2 939,00
32	ТУНИС	2 917,40
33	ЮЖНАЯ АФРИКА	2 589,86
34	ЭКВАДОР	2 442,08
35	МАРОККО	2 290,39
36	СУДАН	1 949,46
37	АВСТРАЛИЯ	1 921,22
38	ШРИ-ЛАНКА	1 811,97
39	СЛОВЕНИЯ	1 603,66
40	КОРЕЯ, РЕСПУБЛИКА	1 597,21

Источники: составлено автором на основе статистических данных [16, 17, 18, 19, 20].

**Исходные статистические данные группировки стран –контрагентов
 СКФО по расстоянию до столиц, 2015 год.**

	СКФО 2015, \$ тыс.	Расстояние км (D)
1	АВСТРАЛИЯ	14 013,88
2	АРГЕНТИНА	13 774,63
3	ЭКВАДОР	12 432,80
4	ГОНДУРАС	11 564,64
5	СОЕДИНЕННЫЕ ШТАТЫ	9 796,15
6	ИНДОНЕЗИЯ	8 582,43
7	ЮЖНАЯ АФРИКА	8 271,18
8	КАНАДА	8 243,05
9	МАЛАЙЗИЯ	7 464,50
10	КОРЕЯ, РЕСПУБЛИКА	6 816,02
12	ТАИЛАНД	6 396,25
13	КИТАЙ	5 913,41
14	ШРИ-ЛАНКА	5 574,68
15	НИГЕРИЯ	5 069,38
16	МАРОККО	4 520,77
17	АЗЕРБАЙДЖАН	4 131,01
18	ИСПАНИЯ	3 716,92
19	ИНДИЯ	3 588,52
20	СУДАН	3 419,32
21	ФРАНЦИЯ	3 083,73
22	БЕЛЬГИЯ	2 843,33
23	ТУНИС	2 803,51
24	НИДЕРЛАНДЫ	2 747,34
25	ТАДЖИКИСТАН	2 476,36
26	ИТАЛИЯ	2 390,20
27	ГЕРМАНИЯ	2 234,09
28	СЛОВЕНИЯ	2 093,30
29	ЧЕШСКАЯ РЕСПУБЛИКА	2 084,56
30	ЕГИПЕТ	1 911,79
31	УЗБЕКИСТАН	1 801,85
32	СЛОВАКИЯ	1 749,03
33	ИЗРАИЛЬ	1 732,64
34	СЕРБИЯ	1 688,94
35	ТУРКМЕНИЯ	1 564,30
36	БОЛГАРИЯ	1 514,03
37	ИРАН, ИСЛАМСКАЯ РЕСПУБЛИКА	1 309,08
38	УКРАИНА	1 199,62
39	МОЛДОВА	1 034,57
40	ТУРЦИЯ	884,44

Источник: составлено автором на основе статистических данных [16, 17, 18, 19, 20].

Как видно из группировки стран – контрагентов СКФО, по объему внешней торговли в первой десятке оказались либо ближайšie страны (Азербайджан, Украина, Иран и т. д.), либо страны, расположенные относительно далеко, но с колоссальным размером экономики (США, Китай). Эти данные являются первым этапом для обоснования гравитационной гипотезы на примере СКФО. В предыдущих публикациях обосновывалась гипотеза взаимосвязи внешней торговли с экономическим ростом Северо-Кавказского макрорегиона [1, 245 с.; 2, с. 322–331.].

Результаты проведенного нами гравитационного моделирования внешней торговли как важного канала интеграционного роста представлены ниже. Анализ проводился на основе данных статистических сборников Федеральной службы государственной статистики и Федеральной таможенной службы. В таблице 4 интегрированы данные для эконометрического моделирования по варианту А, когда представлены все страны – контрагенты внешней торговли СКФО, объем торговли с которыми превышает 2 млн \$.

Таблица 4

Исходные линейаризованные статистические данные гравитационной модели А для СКФО (метод «поперечного среза») на 2015 год

вариант А (2015)			
Страна – контрагент СКФО в сфере ВЭС	Вн. торговля	ВВП на душу населения	Расстояние км (D)
АВСТРАЛИЯ	3,28	4,71	4,15
АЗЕРБАЙДЖАН	5,70	3,76	3,62
АРГЕНТИНА	3,85	4,13	4,14
БЕЛЬГИЯ	3,47	4,60	3,45
БОЛГАРИЯ	3,97	3,83	3,18
ГЕРМАНИЯ	4,06	4,61	3,35
ГОНДУРАС	3,66	3,38	4,06
ЕГИПЕТ	3,87	3,57	3,28
ИЗРАИЛЬ	3,86	4,55	3,24
ИНДИЯ	3,82	3,21	3,55
ИНДОНЕЗИЯ	3,60	3,53	3,93
ИРАН	4,32	3,69	3,12
ИСПАНИЯ	4,17	4,41	3,57
ИТАЛИЯ	4,27	4,48	3,38
КАНАДА	4,01	4,64	3,92
КИТАЙ	4,98	3,90	3,77
КОРЕЯ, РЕСПУБЛИКА	3,20	4,43	3,83
МАЛАЙЗИЯ	4,28	3,98	3,87
МАРОККО	3,36	3,49	3,66
МОЛДОВА	3,59	3,26	3,01
НИГЕРИЯ	3,59	3,44	3,70
НИДЕРЛАНДЫ	4,09	4,64	3,44
СЕРБИЯ	4,12	3,71	3,23
СЛОВАКИЯ	3,95	4,20	3,24
СЛОВЕНИЯ	3,21	4,32	3,32
СОЕДИНЕННЫЕ ШТАТЫ	5,30	4,75	3,99
СУДАН	3,29	3,34	3,53
ТАДЖИКИСТАН	3,55	2,96	3,39
ТАИЛАНД	4,08	3,76	3,81
ТУНИС	3,46	3,59	3,45

Продолжение таблицы 4

вариант А (2015)			
Страна – контрагент СКФО в сфере ВЭС	Вн. торговля	ВВП на душу населения	Расстояние км (D)
ТУРКМЕНИЯ	4,15	3,82	3,19
ТУРЦИЯ	4,85	3,97	2,95
УЗБЕКИСТАН	4,16	3,33	3,26
УКРАИНА	5,01	3,33	3,08
ФРАНЦИЯ	4,16	4,58	3,49
ЧЕШСКАЯ РЕСПУБЛИКА	4,24	4,24	3,32
ШРИ-ЛАНКА	3,26	3,59	3,75
ЭКВАДОР	3,39	3,78	4,09
ЮЖНАЯ АФРИКА	3,41	3,76	3,92

Источник: составлено автором на основе статистических данных [16, 17, 18, 19, 20].

Модифицированное уравнение гравитационной модели А СКФО имеет следующий вид:

$$Y = 4,67 + 0,19X_1 - 0,42X_2 + \varepsilon \quad (7),$$

где Y – объем внешней торговли в млн \$, X_1 – размер экономики, исчисленный по ВРП в млн \$; X_2 – дистанция между центрами экономики стран – контрагентов СКФО в км.

Аналогичные расчеты с группировкой стран по объему внешней торговли проведены нами в 3 вариантах (А Б В) для 2016 и 2017 годов.

Вывод. Размер рынка региона оказывает положительный эффект на региональный экономический рост, то есть имеют место экстерналии масштаба. В качестве основного индикатора размера рынка использовался объем ВРП, при этом существенное внимание было уделено решению проблемы эндогенности. Модифицированная гравитационная модель внешней торговли СКФО подтверждает гипотезу Я. Тинбергена о существовании однонаправленной положительной зависимости уровня интенсивности многосторонней торговли от размера экономики страны – контрагента и обратную зависимость от дистанции до нее.

Эмпирические результаты построения гравитационной модели двусторонней внешней торговли Республики Дагестан

Для моделирования товарных потоков между парами стран построены специальные эконометрические модели, связывающие товарный поток с несколькими факторами: социально-политическими, экономическими, географическими. Гравитационные модели определяют зависимость однонаправленного внешнеторгового потока от параметра внутриэкономического состояния как страны-экспортера, так и страны импортера [4, с. 31]. Отдельные аспекты гравитационного моделирования *двусторонней* внешней торговли представлены в работах отечественных исследователей [3, с. 264–266]. Однако результаты эмпирической оценки требуют новых обоснований на современной статистической основе.

Как известно, зависимость интенсивности товарного потока от расстояния между торгующими странами и обусловленность импорта страны величинами их валового национального продукта (ВНП) задается формулой (8) [12]. Модель имеет следующий вид:

$$X_{ij} = \alpha_0 (Y_i)^{\alpha_1} (Y_j)^{\alpha_2} (D_{ij})^{\alpha_3} + \varepsilon \quad (8),$$

где X_{ij} – стоимость торгового потока из страны i в страну j ;

Y_i – ВНП страны i ;

Y_j – ВНП страны j ;

D_{ij} – расстояние между странами i и j ;

α_0 – константа;

α_1 – эластичность экспорта от ВНП страны-экспортера;

α_2 – эластичность экспорта от ВНП страны-импортера;

α_3 – эластичность экспорта от расстояния между i и j .

ε – случайная ошибка.

Более общая гравитационная модель Х. Линнемана [20, 96 с.] представляется в виде:

$$X_{ij} = \alpha_0 (Y_i)^{\alpha_1} (Y_j)^{\alpha_2} (N_i)^{\alpha_3} (N_j)^{\alpha_4} (D_{ij})^{\alpha_5} (P_{ij})^{\alpha_6} + \varepsilon \quad (9)$$

где N_i и N_j – численность населения в данном государстве;

P_{ij} – торговые предпочтения, существующие между государствами (в случае отсутствия предпочтительных соглашений $P_{ij} = 1$; в противном случае $P_{ij} = 2$);

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5, \alpha_6$ – эластичности экспорта соответственно от ВВП страны-экспортера, от ВВП страны-импортера, от численности населения страны i , от численности населения страны j , от расстояния между странами, от торговых предпочтений.

Перепишав уравнение в логарифмической форме, получим параметры взаимной торговли (экспорт, импорт) в виде:

$$\ln X_{ij} = \ln \alpha_0 + \alpha_1 \ln(Y_i) + \alpha_2 \ln(Y_j) + \alpha_3 \ln(N_i) + \alpha_4 \ln(N_j) + \alpha_5 \ln(D_{ij}) + \alpha_6 \ln(P_{ij}) + \varepsilon \quad (17)$$

Переменные измеряются в следующих единицах: X_{ij} – в млн руб.; Y_i, Y_j – в млн руб.; N_i, N_j – в тыс. чел.; D_{ij} – в км.

Статистические данные о ВВП Республики Дагестан и Азербайджанской Республики (табл. 5), численности населения (табл. 6), товарообороте между регионами взяты из источника: [16].

Таблица 5

Динамика ВРП Республики Дагестан и ВВП Республики Азербайджан

Годы	ВРП Дагестана (млн \$.)	ВВП Азербайджана (млн \$)	Внешняя торговля Дагестана (млн \$)
1998	874,3	4446,0	119,2
1999	528,6	4581,0	156,4
2000	743,5	5273,0	156,4
2001	1 081,4	5708,0	110,8
2002	1 321,9	6236,0	119,1
2003	1 877,7	7276,0	137,6
2004	2 801,5	8680,0	118,4
2005	3 195,9	13246,0	306,0
2006	4 569,5	20983,0	347,3
2007	6 134,8	33050,0	356,3
2008	8 699,8	48852,0	786,9
2009	8 100,3	44291,0	324,9
2010	9 036,7	52903,0	443,2
2011	11 239,3	65952,0	677,6
2012	12 056,3	69684,0	649,6
2013	14 219,2	74164,0	766,9
2014	13 678,6	75244,0	618,6
2015	9 322,0	53074,0	361,1
2016	8 821,1	37868,0	255,0
2017	10 694,7	40866,0	210,6

Источник: составлено автором на основе статистических данных [16, 17, 18, 19, 20].

Таблица 6

Динамика численности населения

Годы	Численность населения Дагестана (тыс. чел.)	Численность населения Азербайджана (тыс. чел.)
1998	2094,0	7876,70
1999	2120,0	7953,40
2000	2142,0	8032,80
2001	2160,0	8114,30
2002	2179,0	8191,40
2003	2599,5	8269,20
2004	2635,1	8349,10
2005	2672,7	8447,40
2006	2714,2	8553,10
2007	2762,2	8666,10
2008	2807,6	8779,90
2009	2847,7	8897,00
2010	2891,5	8997,60
2011	2922,3	9111,10
2012	2938,2	9235,10
2013	2955,0	9416,80
2014	2977,1	9535,08
2015	3003,0	9649,34
2016	3028,8	9757,81
2017	3052,9	9854,03

Источник: составлено автором на основе статистических данных [16, 17, 18, 19, 20].

Таблица 7

Линеаризация гравитационной модели внешней торговли Дагестан – Азербайджан

Годы	$\ln X_{ij}$	$\ln Y_i$	$\ln Y_j$	$\ln N_i$	$\ln N_j$	$\ln D_{ij}$
1998	4,78	6,77	8,40	7,65	8,97	6,0
1999	5,05	6,27	8,43	7,66	8,98	6,0
2000	5,05	6,61	8,57	7,67	8,99	6,0
2001	4,71	6,99	8,65	7,68	9,00	6,0
2002	4,78	7,19	8,74	7,69	9,01	6,0
2003	4,92	7,54	8,89	7,86	9,02	6,0
2004	4,77	7,94	9,07	7,88	9,03	6,0
2005	5,72	8,07	9,49	7,89	9,04	6,0
2006	5,85	8,43	9,95	7,91	9,05	6,0
2007	5,88	8,72	10,41	7,92	9,07	6,0
2008	6,67	9,07	10,80	7,94	9,08	6,0
2009	5,78	9,00	10,70	7,95	9,09	6,0
2010	6,09	9,11	10,88	7,97	9,10	6,0
2011	6,52	9,33	11,10	7,98	9,12	6,0
2012	6,48	9,40	11,15	7,99	9,13	6,0
2013	6,64	9,56	11,21	7,99	9,15	6,0
2014	6,43	9,52	11,23	8,00	9,16	6,0
2015	5,89	9,14	10,88	8,01	9,17	6,0
2016	5,54	9,08	10,54	8,02	9,19	6,0
2017	5,35	9,28	10,62	8,02	9,20	6,0

Источник: составлено автором на основе статистических данных [16, 17, 18, 19, 20].

Уравнение регрессии на основе метода наименьших квадратов (МНК) получим в форме (10), линеаризуя уравнение модели, то есть прологарифмируем все показатели за 15 лет (табл. 7). Показатель, характеризующий наличие или отсутствие торговых преференций $P_{ij}=1$. Расстояние между экономическими центрами этих двух регионов (Махачкала – Баку): $D=396$ км.

С помощью Excel построим уравнение регрессии, тем самым получим соотношение, характеризующее поток торговли между Дагестаном и Азербайджаном:

$$X_{ij} = 44,163(Y_i)^{-0.48} (Y_j)^{1.32} (N_i)^{0.63} (N_j)^{-5.81} (D_{ij})^{-0.25} \quad (10)$$

Регрессионная статистика: R: 0,957830689; R-квадрат: 0,917439628; нормированный R-квадрат: 0,828756862; стандартная ошибка: 0,221842591; наблюдения: 20.

Прогноз динамики внешней торговли и валового внутреннего продукта

Результаты краткосрочного прогнозирования интенсивности взаимной торговли Республик Азербайджан и Дагестан представлены на рисунках 1, 2, 3.



Рис. 1. Прогноз внешней торговли Республики Дагестан на 2019–2020 годы, млн \$.
Источник: составлено автором на основе статистических данных [16, 17, 18, 19, 20].



Рис. 2. Предварительный прогноз ВРП Республики Дагестан на 2019–2020 годы, \$ млн.
Источник: составлено автором на основе статистических данных [16, 17, 18, 19, 20].

ВВП Азербайджана прогноз 2019–2020 гг. (млн. \$)



Рис. 3. Предварительный прогноз ВВП Республики Азербайджан на 2019–2020 годы, \$ млн.

Источник: составлено автором на основе статистических данных [16, 17, 18, 19, 20].

Заключение. Роль внешней торговли трудно переоценить: экспорт и импорт являются важными направлениями развития внутренней экономики и международной торговли. В результате проведенного исследования обоснована высокая эмпирическая точность гравитационных моделей, применение математического аппарата позволяет строить максимально надежные среднесрочные прогнозы роста экономики и внешней торговли, осуществлять вариативный поиск оптимальных сценариев реализации экспортного потенциала региона, корректировать географический вектор его торговли. Следует отметить, что применение гравитационных моделей для выявления торговых связей может осуществляться как на локальном, так и на глобальном уровнях.

Полученные результаты гравитационного моделирования пространственных взаимодействий стран – контрагентов СКФО позволяют также обосновать гипотезу о наличии не востребованного пока потенциала стран прикаспийского региона – Казахстана, Туркменистана и стран Закавказья – Грузии и Армении – в сфере экономических интересов СКФО.

Литература

1. Гичев Н. С., Суракатов Н. С. Внешнеэкономическая интеграция субъектов Северо-Кавказского федерального округа: эконометрическое моделирование взаимосвязи параметров внешней торговли и инвестиционного потенциала региона // Региональные проблемы преобразования экономики. – 2011. – № 4 (30). – С. 322–331.
2. Магомедова Е. С. Моделирование торговых отношений на основе гравитационных моделей. IX Международная научно-практическая конференция «Инновационное развитие российской экономики: в 6 т. – Москва: ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г. В. Плеханова», 2016. – Т. 2: Статистическое исследование развития экономики. – С. 264–266.
3. Симионов Ю. Ф. Экономика города / Ю. Ф. Симионов. – М.: МарТ, 2008., с. 31
4. Шайтанова Н. А., Асанович В. Я. Гравитационные модели и возможность их применения при прогнозировании внешней торговли Российской Федерации и Республики Беларусь // Информационные технологии управления в экономике. – Брест: Изд-во БрГУ, 2006. – 96 с.
5. Шумилов А. В. Оценивание гравитационных моделей международной торговли: обзор основных подходов // Экономический журнал ВШЭ. – 2017. – Т. 21. – № 2. – С. 224–250.
6. Anderson J. E., Van Wincoop E. (2003) Gravity with Gravitas: A Solution to the Border Puzzle. *American Economic Review*, 63. P. 881–892.
7. Deardorff A. The Ricardian Model, for the Princeton Encyclopedia of the World Economy. Research seminar in international economics. Discussion Paper 564, 2007.
8. Deardorff A. V. (1998) Determinants of Bilateral Trade: Does Gravity Work in a Neoclassical World? *The Regionalization of the World Economy*. University of Chicago Press. P. 7–32.
9. Krugman P. Import Protection as Export Protection: Internal Competition in the Presence of Oligopolies and Economies of Scale. In: Kierkowski H. (ed.) *Monopolistic Competition and International Trade*. Oxford: Oxford University Press, 1984.
10. Krugman P. *Strategic Trade Policy and the New International Economics*. Cambridge: MIT Press, 1986.
11. Oleksandr Shepotylo, (2010), «A Gravity Model of Net Benefits of EU Membership: The Case of Ukraine». *Journal of Economic Integration*.

12. Samuelson P. *International Trade and the Equalization of Factor Prices*. *Economic Journal*, 1948. No. 230. P. 163–184.
13. Tinbergen J. (1962) *Shaping the World Economy: Suggestions for an International Economic Policy*. New York: Twentieth Century Fund.
14. Tinbergen J. *Shaping the World Economy: Suggestions for an International Economic Policy*. New York: Twentieth Century Fund, 1962.
15. Гичиев Н. С. *Экономический рост макрорегиона: детерминанты региональной торговой интеграции и социально-экономического развития [монография]*, Москва, Издательство: «Перо» 2016. – 245 с.
16. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://sktu.customs.ru>, свободный. – Загл. с экрана.
17. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://dagstat.gks.ru/>, свободный. – Загл. с экрана.
18. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://projects.vsemirnyjbank.org/?lang=ru>, свободный. – Загл. с экрана.
19. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://old.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1138623506156, свободный. – Загл. с экрана.
20. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.be5.biz/makroekonomika/gdp/gdp_azerbaijan.html, свободный. – Загл. с экрана.

References:

1. Gichiev N. S., Surakatov N. S. *Vneshneekonomicheskaya integraciya sub'ektov Severo-Kavkazskogo federal'nogo okruga: ekonometricheskoe modelirovanie vzaimosvyazi parametrov vneshnej trgovli i investicionnogo potentsiala regiona // Regional'nye problemy preobrazovaniya ekonomiki*. – 2011. – № 4 (30). – S. 322–331.
2. Magomedova E. S. *Modelirovanie torgovyh otnoshenij na osnove gravitacionnyh modelej. IX Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya «Innovacionnoe razvitie rossijskoj ekonomiki: v 6 t. – Moskva: FGBOU VO «REU im. G. V. Plekhanova», 2016. – T. 2: Statisticheskoe issledovanie razvitiya ekonomiki. – С. 264–266.*
3. Simionov YU. F. *Ekonomika goroda / YU. F. Simionov. – М.: MarT, 2008., s. 31*
4. SHajtanova N. A., Asanovich V. YA. *Gravitacionnye modeli i vozmozhnost' ih primeneniya pri prognozirovanii vneshnej trgovli Rossijskoj Federacii i Respubliki Belarus' // Informacionnye tekhnologii upravleniya v ekonomike. – Brest: Izd-vo BrGU, 2006. – 96 s.*
5. SHumilov A. V. *Ocenivanie gravitacionnyh modelej mezhdunarodnoj trgovli: obzor osnovnyh podhodov // Ekonomicheskij zhurnal VSHE. – 2017. – T. 21. – № 2. – S. 224–250.*
6. Anderson J. E., Van Wincoop E. (2003) *Gravity with Gravitas: A Solution to the Border Puzzle*. *American Economic Review*, 63. P. 881–892.
7. Deardorff A. *The Ricardian Model, for the Princeton Encyclopedia of the World Economy. Research seminar in international economics. Discussion Paper 564, 2007.*
8. Deardorff A. V. (1998) *Determinants of Bilateral Trade: Does Gravity Work in a Neoclassical World? The Regionalization of the World Economy*. University of Chicago Press. P. 7–32.
9. Krugman P. *Import Protection as Export Protection: Internal Competition in the Presence of Oligopolies and Economies of Scale*. In: Kierkowski H. (ed.) *Monopolistic Competition and International Trade*. Oxford: Oxford University Press, 1984.
10. Krugman P. *Strategic Trade Policy and the New International Economics*. Cambridge: MIT Press, 1986.
11. Oleksandr Shepotylo, (2010), «A Gravity Model of Net Benefits of EU Membership: The Case of Ukraine». *Journal of Economic Integration*.
12. Samuelson P. *International Trade and the Equalization of Factor Prices*. *Economic Journal*, 1948. No. 230. P. 163–184.
13. Tinbergen J. (1962) *Shaping the World Economy: Suggestions for an International Economic Policy*. New York: Twentieth Century Fund.
14. Tinbergen J. *Shaping the World Economy: Suggestions for an International Economic Policy*. New York: Twentieth Century Fund, 1962.
15. Gichiev N. S. *Ekonomicheskij rost makroregiona: determinanty regional'noj torgovoj integracii i social'no-ekonomicheskogo razvitiya [monografiya]*, Moskva, Izdatel'stvo: «Pero» 2016. – 245 s.
16. [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://sktu.customs.ru>, svobodnyj. – Zagl. s ekrana.
17. [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <https://dagstat.gks.ru/>, svobodnyj. – Zagl. s ekrana.
18. [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <https://projects.vsemirnyjbank.org/?lang=ru>, svobodnyj. – Zagl. s ekrana.
19. [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: http://old.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1138623506156, svobodnyj. – Zagl. s ekrana.
20. [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: http://www.be5.biz/makroekonomika/gdp/gdp_azerbaijan.html, svobodnyj. – Zagl. s ekrana.